

OPTIMASI SISTEM DRAINASE PERKOTAAN DENGAN INFRASTRUKTUR HIJAU MENGGUNAKAN *STORM WATER MANAGEMENT MODEL* (SWMM)

Respati Anton Sasongko^{1*}, Evan Febri Miranda¹ dan Mirnanda Cambodia¹

¹Prodi Teknik Sumberdaya Lahan dan Lingkungan, Jurusan Teknik, Politeknik Negeri Lampung, Bandar Lampung, Indonesia

*E-mail: respatiantonsasongko@polinela.ac.id

Received: 3 Desember 2025 Accepted: 17 Desember 2025 Published: 25 Desember 2025

Abstrak

Banjir perkotaan di Kelurahan Rajabasa Raya, Bandar Lampung, dipicu oleh kombinasi tingginya curah hujan, meningkatnya luas permukaan kedap air, serta kapasitas sistem drainase yang tidak memadai. Penelitian ini bertujuan mengoptimalkan kinerja sistem drainase melalui penerapan infrastruktur hijau dengan pemodelan Storm Water Management Model (SWMM). Data primer diperoleh melalui survei lapangan menggunakan drone, total station, waterpass, dan GPS, sedangkan data sekunder berasal dari DEMNAS, peta rupa bumi, BMKG, dan BPS. Hasil simulasi pada beberapa daerah tangkapan air (DTA) menunjukkan koefisien limpasan yang tinggi pada kawasan terbangun, dengan beberapa saluran drainase bekerja mendekati kapasitas penuh sehingga berpotensi menyebabkan luapan. Penerapan infrastruktur hijau seperti ruang terbuka hijau dan area resapan mampu menurunkan debit puncak dan beban hidraulik saluran, sehingga meningkatkan kinerja dan ketahanan sistem drainase terhadap kejadian hujan ekstrem.

Kata Kunci: Banjir Perkotaan, Daerah Tangkapan Air, Infrastruktur Hijau, Sistem Drainase, SWMM

Abstract

Urban flooding in Rajabasa Raya Village, Bandar Lampung, is driven by high rainfall, increasing impervious surfaces, and insufficient drainage capacity. This study aims to optimize the performance of the urban drainage system through the implementation of green infrastructure using the Storm Water Management Model (SWMM). Primary data were collected from field surveys employing drones, total stations, levels, and GPS devices, while secondary data were obtained from DEMNAS, topographic maps, BMKG, and BPS. The simulation results for several catchment areas indicate high runoff coefficients in built-up zones, with some drainage channels operating near their full capacity and thus susceptible to overflow. The application of green infrastructure, such as green open spaces and infiltration areas, reduces peak discharge and hydraulic pressure in the channels, thereby improving the performance and resilience of the drainage system under extreme rainfall events.

Keywords: Urban Flooding, Catchment Area, Green Infrastructure, Drainage System, SWMM

To cite this article:

Respati Anton Sasongko dkk. (2025). Optimasi Sistem Drainase Perkotaan dengan Infrastruktur Hijau Menggunakan Storm Water Management Model (SWMM). *Jurnal of Infrastructural in Civil Engineering*. Vol (07), No. 01, pp 82-91.

PENDAHULUAN

Banjir merupakan bencana alam yang sering terjadi di berbagai kota, termasuk di Bandar Lampung. Beberapa faktor penyebab utama banjir meliputi kapasitas sungai yang tidak mencukupi, curah hujan tinggi, berkurangnya vegetasi akibat pembangunan, drainase yang buruk, dan perubahan tata guna lahan. Kapasitas sungai yang tidak mencukupi menjadi salah satu faktor penyebab banjir yang signifikan. Ketika curah hujan tinggi terjadi, sungai tidak mampu menampung volume air yang besar, sehingga air meluap ke daerah sekitarnya, menyebabkan banjir [1-2].

Curah hujan yang tinggi juga berperan penting dalam memicu banjir. Ketika hujan deras terjadi dalam waktu singkat, lahan tidak mampu menyerap air dengan cepat, sehingga air hujan mengalir ke sungai atau sistem drainase, meningkatkan risiko banjir [3]. Berkurangnya vegetasi akibat pembangunan merupakan faktor lain yang berkontribusi pada banjir. Vegetasi seperti hutan atau taman dapat menyerap air hujan dan memperlambat aliran air permukaan. Dengan berkurangnya vegetasi, aliran air menjadi lebih cepat dan langsung menuju sistem drainase, meningkatkan risiko banjir [4].

Drainase yang buruk juga dapat menyebabkan banjir perkotaan. Saluran drainase yang tersumbat oleh sampah, limbah, atau tanah longsor dapat menghambat aliran air hujan, sehingga air tidak dapat mengalir dengan lancar, menyebabkan genangan air di berbagai tempat. Pola tata guna lahan yang tidak terkendali dan minimnya ruang terbuka hijau telah menghambat aliran air hujan yang meresap ke dalam tanah, mengakibatkan genangan air dan beban drainase yang tinggi. Dalam konteks ini, penggunaan Infrastruktur Hijau (*green infrastructure*) telah diakui sebagai pendekatan yang berkelanjutan untuk mengelola air hujan di perkotaan. Infrastruktur Hijau, seperti taman hujan, atap hijau, dan area resapan air, dapat membantu menyerap air hujan, mengurangi genangan, serta meningkatkan kualitas air yang masuk ke saluran drainase [5-6].

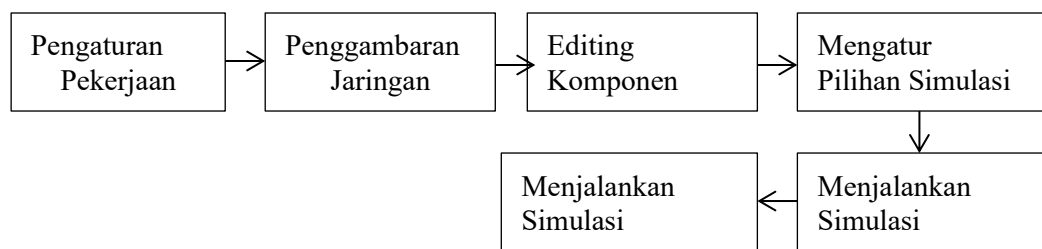
Salah satu pendekatan yang dapat digunakan untuk mengatasi permasalahan banjir perkotaan adalah dengan menerapkan Model Manajemen Air Hujan (*Storm Water Management Model/SWMM*). SWMM merupakan perangkat lunak simulasi hidrologi yang sangat berguna dalam mengelola air hujan di perkotaan. Dengan SWMM, kita dapat melakukan analisis yang komprehensif terkait aliran permukaan, aliran dalam saluran, dan kualitas air di sistem drainase perkotaan [7-8].

Penerapan SWMM dalam konteks Kelurahan Rajabasa Raya, Bandar Lampung, sangat penting untuk mengidentifikasi penyebab banjir di daerah tersebut dan merancang solusi yang tepat. Dengan memanfaatkan fitur-fitur SWMM seperti simulasi aliran air, perhitungan volume air hujan, dan analisis daya tampung sistem drainase, kita dapat mengembangkan strategi manajemen air hujan yang efektif dan berkelanjutan [9-10].

Penelitian ini memberikan kontribusi dalam pemahaman lebih lanjut tentang mekanisme banjir perkotaan dan potensi solusi yang dapat diterapkan menggunakan SWMM. Dengan demikian, diharapkan penelitian ini dapat memberikan wawasan yang berharga bagi pengambil keputusan dalam upaya mitigasi banjir dan peningkatan kualitas lingkungan di Kelurahan Rajabasa Raya, Bandar Lampung.

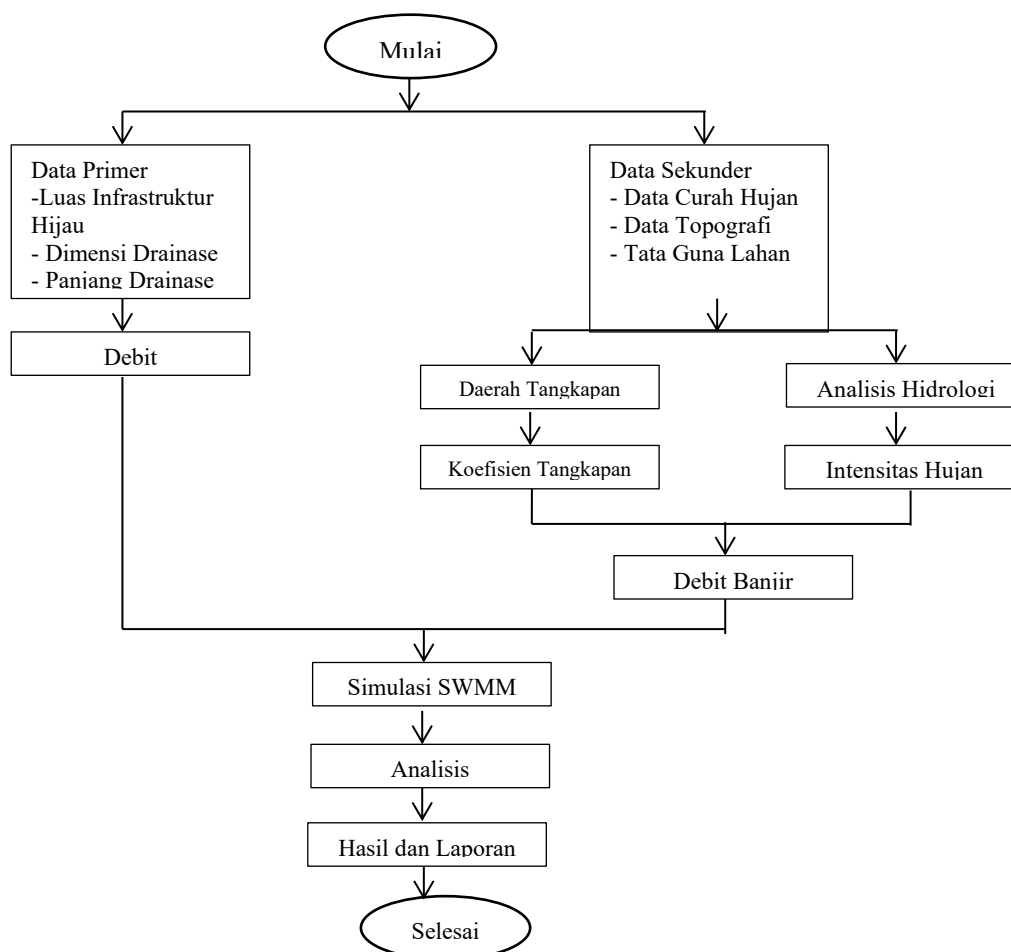
METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan pemodelan *Storm Water Management Model* (SWMM) yang merupakan model dinamik simulasi hujan-aliran (*rainfall-runoff*) yang digunakan untuk simulasi kuantitas maupun kualitas limpasan permukaan terutama dari daerah perkotaan. Tahapan umum yang dilakukan dalam simulasi SWMM dapat dilihat pada Gambar 1 (Tahapan Simulasi SWMM).



Gambar 1. Tahapan Simulasi SWMM [11]

Adapun alur kerja penelitian disusun dan dijalankan secara sistematis sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 2 (Bagan Alir Penelitian).



Gambar 2. Bagan Alir Penelitian

Prosedur pengumpulan data mencakup data primer (survey kondisi eksisting di lokasi penelitian untuk mendapatkan data dimensi drainase, ruang terbuka hijau dan panjang drainase) dan data sekunder (Data dari DEMNAS, Peta Rupa Bumi Indonesia, BMKG Bandar Lampung dan BPS Bandar Lampung). Dalam mendapatkan data primer, dilakukan dengan menggunakan alat berupa Drone, Total Station, Waterpass dan GPS.

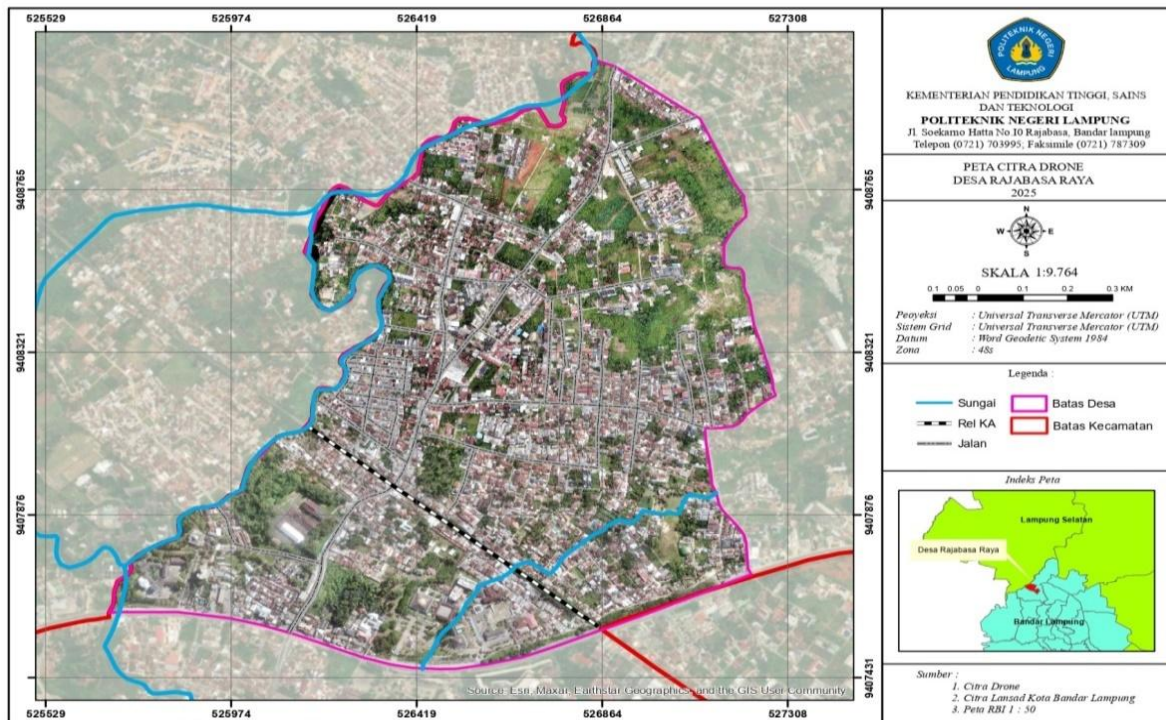
Data-data yang didapatkan diolah dan dianalisis untuk mengetahui Debit air, luas daerah tangkapan, koefisien tangkapan, intensitas hujan yang dilakukan analisis menggunakan Analisis Hidrologi untuk menghasilkan debit banjir rencana. Selanjutnya dilakukan simulasi

menggunakan SWMM dimulai dari pengaturan pekerjaan, penggambaran jaringan, editing komponen, mengatur pilihan simulasi, menjalankan simulasi dan mengakses hasil simulasi) [12].

HASIL DAN PEMBAHASAN

Gambaran Umum Lokasi Penelitian

Kelurahan Rajabasa Raya merupakan salah satu Kelurahan yang berada di Kecamatan Rajabasa, Kota Bandar Lampung, Propinsi Lampung. Secara geografis Kelurahan Rajabasa Raya terletak dikordinat $5^{\circ}21'14.56''$ Lintang Selatan dan $105^{\circ}14'22.17''$ Bujur Timur, dengan luas total 154,74 Ha. Dalam beberapa tahun terakhir, Kelurahan Rajabasa Raya, telah mengalami beberapa kali kejadian banjir yang signifikan, adapun lokasi yang sering terdampak, sebagian kampus Politeknik Negeri Lampung, pemukiman di gang senin, perumahan Gelora Persada, dan perumahan Bataranila. Data menunjukkan bahwa akibat banjir ini disebabkan tidak berfungsinya drainase dengan baik, bertambahnya perubahan lahan, dan penyempitan aliran sungai Way Kandis, dan ditambah dengan intensitas hujan yang tinggi.



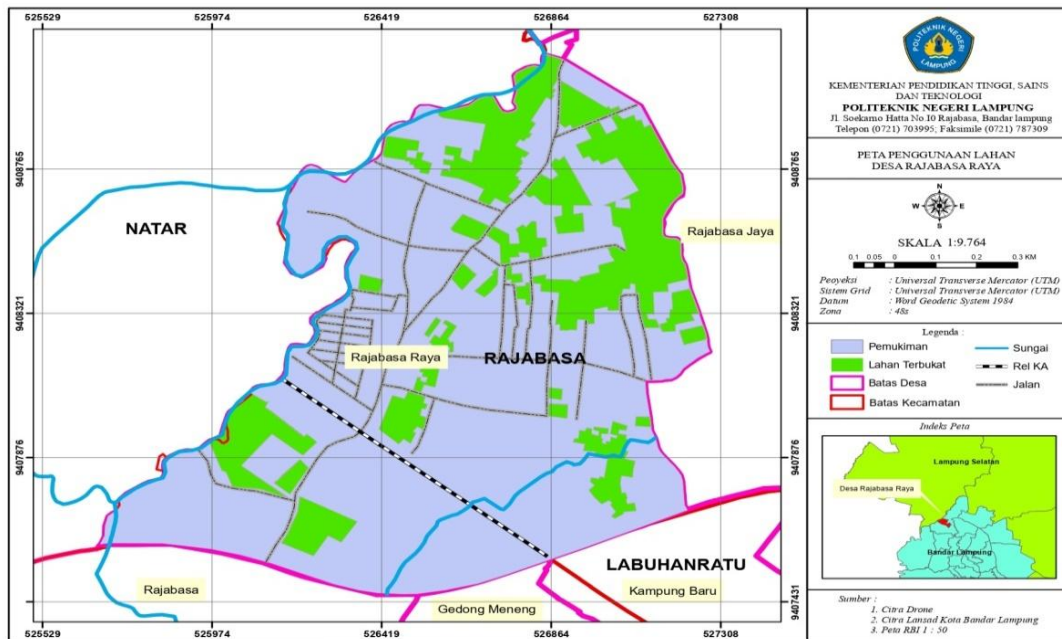
Gambar 3. Peta administrasi Kelurahan Rajabasa Raya Kecamatan Rajabasa Raya.
Sumber: Analisis Citra Drone 2025

Tata Guna Lahan

Penggunaan tata guna lahan di Kelurahan Rajabasa Raya di dominasi oleh pemukiman penduduk, perkantoran, lahan terbuka hijau dan fasilitas transportasi. Pemahaman penggunaan lahan ini dapat mengidentifikasi jenis permukaan lahan yaitu tidak dapat menyerap air (*impervious*) dan dapat menyerap air (*pervious*), yang sangat penting untuk menganalisis banjir di Kelurahan Rajabasa Raya.

Tabel 1. Penggunaan lahan di Kelurahan Rajabasa Raya

No	Tata guna lahan	Luas (Ha)
1.	Pemukiman dan perkantoran	115,38
2.	Lahan terbuka hijau	35,09
3.	Transportasi	4,26
	Total	154,74

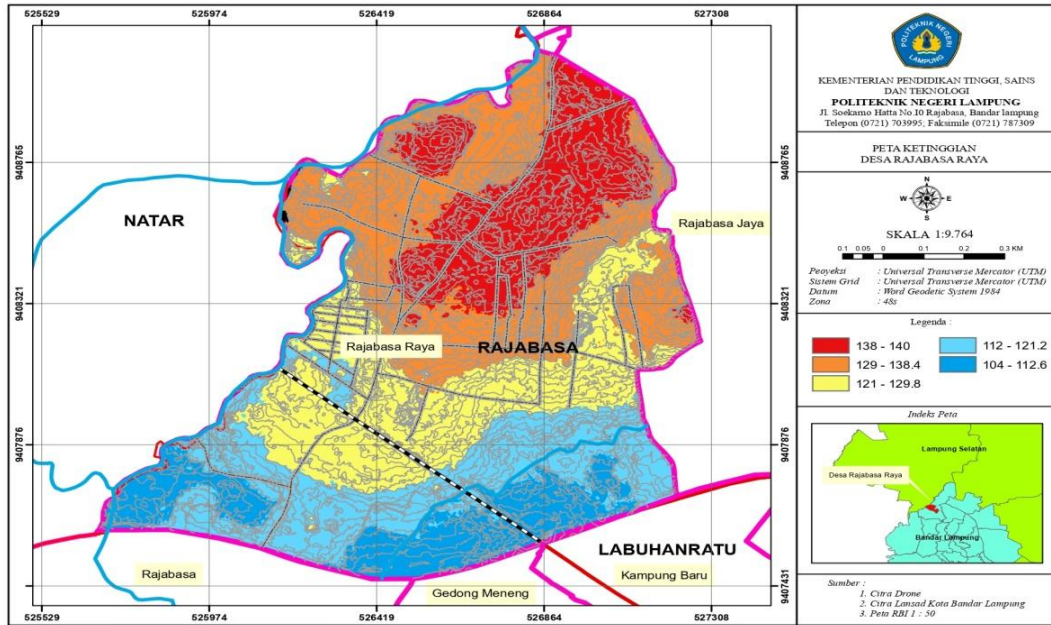


Gambar 4. Peta tata guna lahan Kelurahan Rajabasa Raya
Sumber: Analisis Data, 2025

Berdasarkan Tabel 1, penggunaan lahan di Kelurahan Rajabasa Raya laju perubahan lahan *pervious* akan terkonversi menjadi lahan *impervious* terus berlanjut seiring meningkatnya urbanisasi, mengakibatkan kapasitas penyerapan air hujan secara langsung masuk ke tanah semakin berkurang secara signifikan, mengakibatkan Kelurahan Rajabasa Raya sangat rentan terhadap banjir. Peristiwa banjir yang berulang pada tahun 2023 dan 2024 menjadi indikasi jelas bahwa keseimbangan permukaan *impervious* dan *pervious* perlu dikelola dengan baik dan dilakukan optimasi terhadap sistem drainase untuk mengurangi resiko banjir yang akan datang.

Ketinggian Geografis

Berdasarkan informasi geografis wilayah Kelurahan Rajabasa Raya sebagai dataran rendah dengan kemiringan lereng yang relatif datar yaitu 5,18 % (Gambar 5). Kondisi ini mendukung berbagai aktivitas seperti pertanian tadah hujan dan pengembangan pemukiman. Namun disisi lain, kondisi topografi ini, menjadi faktor krusial yang berkontribusi terhadap kerentanan bencana banjir. Karakteristik topografi dengan kemiringan lereng yang datar dan elevasi yang relatif seragam dan tidak memiliki perbedaan ketinggian yang signifikan, mengakibatkan air hujan cenderung tidak mengalir dengan cepat. Sebaliknya air hujan akan tertahan dipermukaan dan mengumpul, membentuk genangan air yang luas dan dalam. Kurangnya kemiringan alami untuk drainase yang efektif memperparah kondisi ini, menyebabkan air membutuhkan waktu lebih lama untuk surut.



Gambar 5. Peta kontur Kelurahan Rajabasa Raya
 Sumber: Analisis Data, 2025

Intensitas Hujan dan Daerah Tangkapan Air

Analisis frekuensi dilakukan untuk mengolah data hujan sehingga menghasilkan intensitas hujan untuk tiap kala ulang yang dapat dilihat pada Tabel 2 dan digambarkan dalam bentuk grafik pada Gambar 6.

Tabel 2. Rekapitulasi ABM

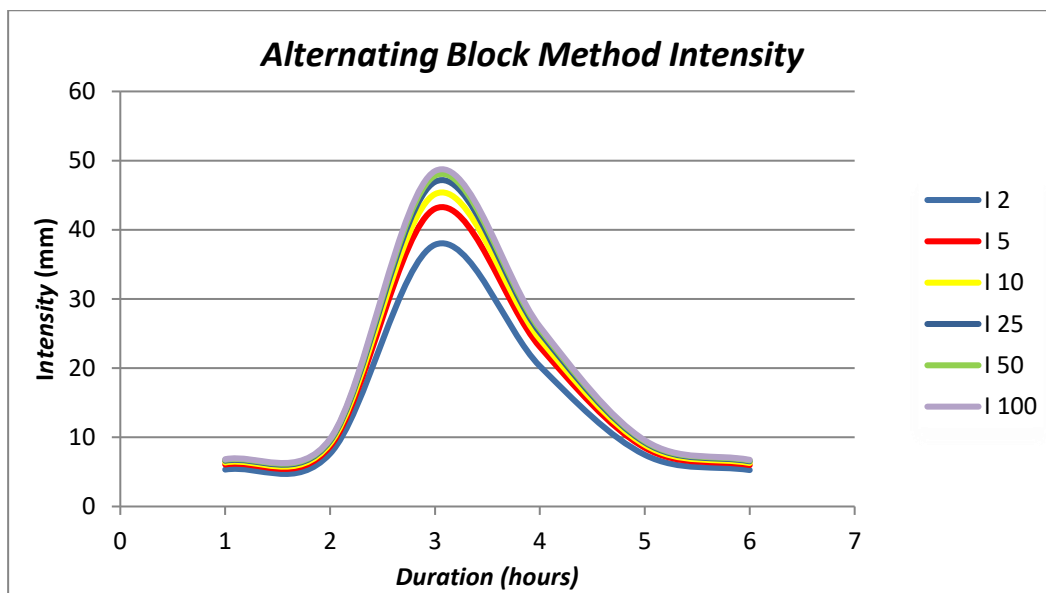
Duration (hours)	ABM Intensity (mm)				
	I2	I5	I10	I25	I50
1	5,33	6,07	6,36	6,62	6,74
2	7,64	8,69	9,12	9,48	9,66
3	37,84	43,04	45,15	46,93	47,83
4	20,28	23,06	24,19	25,14	25,63
5	7,46	8,49	8,91	9,26	9,43
6	5,26	5,99	6,28	6,53	6,65
Jumlah	83,82	95,34	100,01	103,95	105,94

Sumber: Analisis Data, 2025

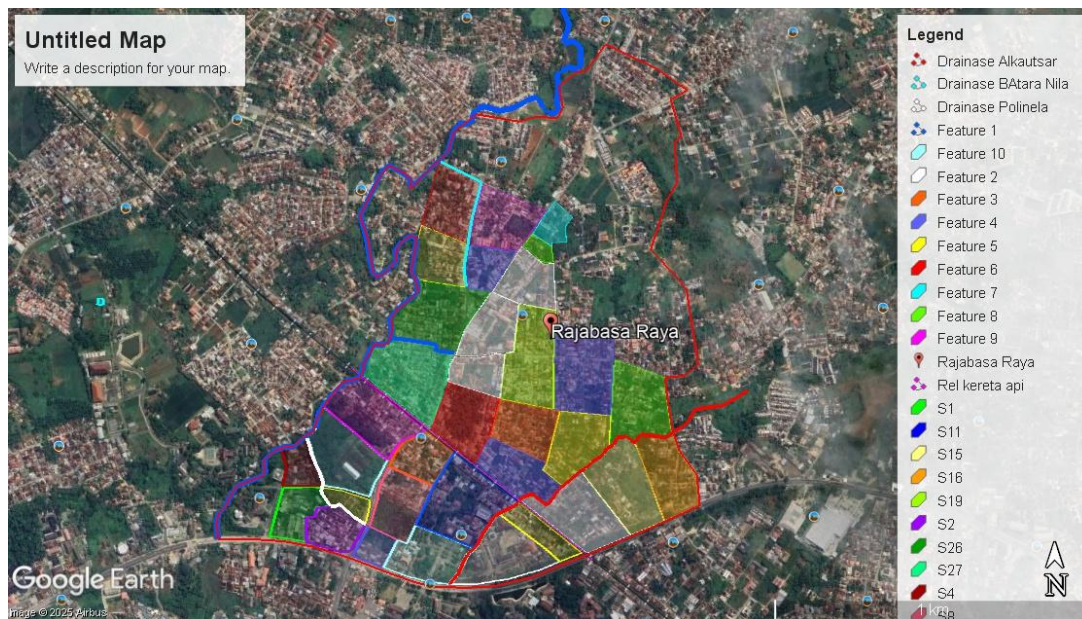
Daerah Tangkapan Air (*Catchment area*) merupakan daerah dimana semua air hujan yang jatuh di dalamnya akan mengalir ke satu titik keluar, seperti sungai dan drainase alami maupun buatan. Berdasarkan tinjauan lapangan, di lokasi penelitian terdapat 4 (empat) drainase pembuangan, yaitu:

1. Drainase Polinela
2. Drainase Al-Kautsar
3. Drainase Perum. Gelora Persada
4. Drainase Perum. Bataranila

Masing-masing drainase ini mempunyai *catchment area* berbeda-beda luasan dan kemiringan (*slope*) seperti ditunjukkan oleh Gambar 7.



Gambar 6. Grafik intensitas pada kala ulang
Sumber: Analisis Data, 2025



Gambar 7. Peta Catchment Area Drainase Penelitian

Analisis Subcatchment Runoff

Analisis hidrologi menggunakan SWMM terhadap lima Daerah Tangkap Air (DTA), menunjukan variasi karakteristik limpasan yang signifikan meskipun seluruh area menerima curah hujan dan infiltrasi yang sama. Curah hujan tercatat 78,55 mm dengan infiltrasi yang sangat rendah dan seragam (0,31 mm). Kondisi infiltrasi yang hampir tidak berperan ini mengindikasikan bahwa sebagian besar area memiliki tingkat permeabilitas permukaan yang rendah, sehingga limpasan permukaan menjadi parameter dominan dalam respon hidrologi setiap *subcatchment*.

Tabel 3. Subcatchment Runoff

<i>Subcatchment</i>	Total Presipitasi (mm)	Total Infiltrasi (mm)	Total Runoff (mm)	Peak Runoff (CMS)	Runoff Coeff
DTA 1	78,55	0,31	69,21	0,32	0,881
DTA 2	78,55	0,31	12,95	2,51	0,165
DTA 3	78,55	0,31	72,17	0,27	0,919
DTA 4	78,55	0,31	69,09	0,41	0,880
DTA 5	78,55	0,31	68,95	0,46	0,878

Sumber: Analisis Data, 2025

Perbedaan utama antar DTA justru ditentukan oleh karakter fisiknya, seperti persentasi permukaan kedap, kemiringan, panjang aliran, serta tata guna lahan. Hal ini tercermin jelas dari perbedaan nilai *runoff* total dan koefisien limpasan. DTA 3, misalnya menunjukkan limpasan terbesar 72,17 mm, dengan koefisien limpasan tertinggi 0,919. Nilai ini mengindikasikan bahwa hampir seluruh curah hujan langsung menjadi aliran permukaan, sehingga area ini berpotensi menimbulkan beban signifikan pada sistem drainase. Kondisi ini lazim dijumpai pada kawasan dengan dominasi permukaan perkerasan atau area padat.

Sebaliknya, DTA 2 memperlihatkan karakter yang sangat berbeda. Dengan koefisien limpasan rendah 0,165 dan limpasan total hanya 12,95 mm, area ini memiliki kemampuan penyerapan maupun penyimpanan air yang relatif baik. Namun demikian, temuan menarik muncul karena DTA 2 memiliki nilai *peak runoff* tertinggi 2,51 CMS. Pola ini menunjukkan bahwa meskipun volume limpasan kecil, aliran terkonsentrasi dengan cepat, akibat luas areal yang kecil, kemiringan curam, dan jalur aliran yang langsung menuju titik konsentrasi. Kondisi ini menempatkan DTA 2 sebagai area dengan risiko hidraulik lokal yang tinggi, bukan dari segi volume, tetapi dari puncak debit sesaat yang dapat membebani struktur saluran di hilir.

Sementara itu, DTA 1, 4, dan 5 menunjukkan pola limpasan yang hampir identik dengan koefisien limpasan berkisar 0,878 – 0,081. Hal ini mengindikasikan homogenitas karakter permukaan, merupakan kawasan terbangun dengan tingkat perkerasan sedang hingga tinggi. Nilai puncak debitnya relatif moderat menunjukkan bahwa aliran lebih tersebar, namun tetap menghasilkan volume limpasan yang dominan terhadap curah hujan.

Data SWMM menunjukkan bahwa karakter subcatchment berperan penting dalam perilaku limpasan meskipun curah hujan sama. DTA 3 merupakan area kritis terkait volume limpasan, sedangkan DTA 2 kritis dari segi puncak debit. Solusi yang direkomendasikan meliputi penerapan infrastruktur hijau, pengendalian puncak aliran, serta optimalisasi tata guna lahan dan sistem drainasi. Pendekatan ini tidak hanya mengatasi persoalan hidrologi lokal, tetapi juga meningkatkan ketahanan sistem drainase terhadap kejadian hujan ekstrim.

Analisis Aliran Drainase

Analisis hidraulik terhadap tujuh saluran drainase menunjukkan pola kinerja yang beragam, mencerminkan perbedaan kapasitas, kecepatan aliran, serta tingkat keisian geometri saluran. Hasil ini memberikan gambaran penting mengenai stabilitas sistem drainase dan potensi permasalahan yang akan timbul pada kondisi hujan. Tabel 4 memperlihatkan hasil analisis aliran pada saluran drainase.

Secara umum, saluran 6 dan 7 merupakan komponen utama sistem drainase yang menerima debit terbesar, masing-masing mencapai 0,562 CMS dan 1,019 CMS. Kapasitas besar ini disertai dengan kecepatan aliran yang relatif tinggi, hampir mencapai 2 mm/detik.

Kecepatan tersebut mengindikasikan bahwa aliran bergerak cepat dan berpotensi menimbulkan erosi apabila material pelapis saluran kurang memadai. Meskipun demikian, kedua saluran ini hanya terisi 14 – 29 % dari kedalaman dan kapasitas penuh, ini menunjukkan bahwa dimensi saluran cukup besar untuk mengakomodasi debit yang masuk, sehingga limpasan relatif rendah.

Tabel 4. Analisis Aliran pada Saluran Drainase

<i>Link</i>	<i>Maximum Flow (CMS)</i>	<i>Maximum Velocity (mm/dtk)</i>	<i>Maximum /Full Flow (CMS)</i>	<i>Maximum /full depth Flow (CMS)</i>
Saluran 1	0,183	0,90	1,00	1,00
Saluran 2	0,000	0,00	0,00	0,50
Saluran 3	0,113	0,73	0,45	0,77
Saluran 4	0,000	0,00	0,00	0,40
Saluran 5	0,269	1,80	0,47	0,55
Saluran 6	0,562	1,92	0,15	0,29
Saluran 7	1,019	1,96	0,14	0,23

Sumber: Analisis Data, 2025

Sebaliknya, saluran 1 menampilkan karakter yang berbeda. Meskipun debit maksimum yang diterima tidak setinggi saluran 6 dan 7, saluran ini menunjukkan keterisian penuh pada kedua indikator, baik berdasarkan kapasitas aliran maupun kedalaman. Kondisi ini menandakan bahwa saluran 1 bekerja pada batas maksimumnya dan sangat rentan mengalami luapan ketika terjadi peningkatan debit, baik karena hujan dengan intensitas lebih tinggi maupun kontribusi *runoff* dari hulu yang meningkat. Ini menjadi saluran 1 sebagai titik kritis dalam jaringan drainase secara keseluruhan.

Saluran 3 dan 5 menunjukkan kondisi hidraulik yang masih berada pada ambang batas aman. Keduanya menerima aliran dalam jumlah menengah, dengan tingkat keterisian berada pada kisaran 45 – 77%. Meskipun tidak mengakomodasikan peningkatan limpasan pada masa mendatang, khususnya ketika terjadi perubahan tata guna lahan yang memperbesar *runoff*.

Secara keseluruhan, pola analisis menunjukkan bahwa sistem drainasi memiliki kapasitas yang cukup besar pada saluran-saluran utama, namun memiliki beberapa titik rawan yang perlu ditangani. Ketidakkeseimbangan distribusi aliran antara saluran-saluran tertentu menunjukkan pentingnya evaluasi lebih lanjut terhadap Kelurahanin geometri dan struktur jaringan, serta integrasi data *runoff* dari hulu.

KESIMPULAN

Berdasarkan rangkaian analisis yang telah dilakukan, didapat kesimpulan bahwa Daerah Tangkapan Air (DTA) memiliki koefisien limpasan tinggi yang menghasilkan beban besar pada saluran hilir, terutama pada saluran 1 yang bekerja pada kapasitas penuh. Penerapan infrastruktur hijau mampu menurunkan debit puncak dan mengurangi tekanan hidraulik, sehingga meningkatkan efisiensi dan kinerja drainase secara keseluruhan.

Sistem drainase di Kelurahan Rajabasa Raya saat ini menerima limpasan besar dari beberapa Daerah Tangkapan Air (DTA) dengan koefisien limpasan tinggi, yang mencerminkan dominasi permukaan kedap dan kapasitas resapan yang rendah sehingga meningkatkan potensi banjir pada kawasan terbangun. Analisis SWMM juga menunjukkan

adanya saluran—khususnya saluran yang bekerja mendekati kondisi penuh—yang menjadi titik kritis karena beroperasi dekat kapasitas hidrauliknya.

Ruang terbuka hijau dan area resapan pada *subcatchment* kritis, mampu menurunkan debit puncak dan mengurangi tekanan hidraulik pada saluran, sehingga kinerja jaringan drainase menjadi lebih stabil terhadap hujan dengan intensitas tinggi. Oleh karena itu, integrasi infrastruktur hijau dalam perencanaan tata guna lahan, pengaturan pola aliran, serta penataan ulang kapasitas saluran merupakan langkah strategis untuk meningkatkan ketahanan banjir dan mendukung pengelolaan drainase perkotaan yang berkelanjutan di Kelurahan Rajabasa Raya.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] M. Fiani, “Evaluasi Sistem Drainase Menggunakan Program SWMM 5.2 pada Perumahan Wisma Asri, Bekasi Utara,” 2024, vol. 09, no. 02, pp. 189–198.
- [2] F. and F. Effendie, “Analisa Kapasitas Saluran Drainase pada Jalan Haryono M.T Kota Banjarmasin,” *J. Gradasi Tek. Sipil*, vol. 8, no. 1, pp. 123–136, 2024.
- [3] L. Cea and J. Puertas, “Urban pluvial flood modelling in the absence of sewer drainage network data: A physics-based approach,” 2024, vol. 634, no. March.
- [4] V. Y. Arisma, E. Mulyandari, and T. Yuono, “Evaluasi dan Perencanaan Sistem Drainase Perkotaan Studi Kasus Jalan Kapten Mulyadi Kabupaten Karanganyar,” *J. Tek. Sipil dan Arsit.*, vol. 27, no. 1, pp. 56–62, 2022.
- [5] A. Al Mehedi *et al.*, “Predicting the performance of green stormwater infrastructure using multivariate long short-term memory (LSTM) neural network,” *J. Hydrol.*, vol. 625, p. 130076, 2023.
- [6] A. Fortunato, E. Oliveri, and M. R. Mazzola, “Selection of the optimal design rainfall return period of urban drainage systems,” *Procedia Engineering*, vol. 89, pp. 742–749, 2014.
- [7] C. Montalvo *et al.*, “Urban pluvial flood modelling in the absence of sewer drainage network data: A physics-based approach,” *J. Hydrol.*, vol. 634, 2024.
- [8] M. Di, A. Contento, and A. Rita, “Exploring the compound nature of coastal flooding by tropical cyclones: A machine learning framework,” *J. Hydrol.*, vol. 645, p. 132262, 2024.
- [9] L. Lindawati, P. Irawan, and R. Nursani, “Evaluasi Sistem Drainase Dalam Upaya Penggulangan Banjir di Jalan A.H. Nasution Kota Tasikmalaya Menggunakan Program EPA SWMM 5.1,” *J. Siliwangi*, vol. 7, no. 2, pp. 41–51, 2021.
- [10] O. Tamm *et al.*, “Modelling urban stormwater management changes using SWMM and convection-permitting climate simulations in cold areas,” *J. Hydrol.*, vol. 622, p. 129656, 2023.
- [11] M. B. Al Amin, *Pemodelan Sistem Drainase Perkotaan Menggunakan SWMM*, 1st ed. Yogyakarta, Indonesia: Deepublish, 2020.
- [12] L. Lindawati, P. Irawan, and R. Nursani, “Evaluasi Sistem Drainase dalam Upaya Penanggulangan Banjir di Jalan A.H. Nasution Kota Tasikmalaya Menggunakan Program EPA SWMM 5.1,” *J. Siliwangi*, vol. 7, no. 2, pp. 41–51, 2021.